بارگزاری همزمان آمونیوم و پتاسیم روی زئولیت و کاربرد آن به عنوان کود کندرها در کشت ذرت

محبوبه اسلامی[۱]، رضا خراسانی[۲]، امیر فتوت[۳]، اکرم حلاج نیا[۴]
[۱]دانشجوی دکتری بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، [۲] دانشیار بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،[۳] استاد بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
[۴]استادیار بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

غنی‌سازی زئولیت‌هایکی از راهکارهای نوین در راستای تولید کودهای کشاورزی در چند دهه اخیراست. بارگزاری همزمان دو یا چند عنصر مورد نیاز گیاه بر روی زئولیت‌ها نه تنها نیاز گیاهی را برطرف می‌سازد بلکه باعث کاهش هزینه‌های کارگری نیز می‌گردد. در تحقیق حاضر منبع کودی زئولیتی دومنظوره با نسبت ۷۵:۲۵ آمونیوم به پتاسیم تهیه گردید و به منظور ارزیابی کیفی از نظر رفتار آبشویی عناصر ذکر شده و قابلیت فراهمی آنها برای گیاه مورد مطالعه قرار گرفت. در مقایسه با آبشویی ۸۴ و ۸۸ درصدی آمونیوم و پتاسیم از منابع سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم، میزان آبشویی این دو عنصر از منبع کودی زئولیتی به ترتیب ۲۵ و ۱۶ درصد بود. بنابر نتایج حاصل از آزمایش گلخانه‌ای، تفاوت معنی‌داری در مقدار ماده خشک گیاهی و جذب پتاسیم توسط گیاه بین تیمار کودی زئولیتی و تیمار کودهای شیمیایی نبود. ولیکن مقدار جذب نیتروژن در تیمار کودی زئولیتی افزایش پیدا کرد.

واژه های کلیدی: کلینوپتیلولایت، کود کندرها، ستون آبشویی، ذرت

مقدمه

طبق بیانیه سازمان خوار و بار جهانی (FAO)، استفاده از کودهای شیمیایی تنها عامل مهم در افزایش تولیدات کشاورزی جهانی در سه دهه اخیر بوده است (Xiang et al., 2008). در ارتباط با عناصر پرمصرفی چون نیتروژن، فسفر و پتاسیم میزان تقاضای جهانی این کودها در سال ۲۰۱۵ به ترتیب برابر ۱۱۲/۹، ۴۱/۸ و ۳۱/۸ میلیون تن بوده است (Heffer and Prud'homme, 2015). اگرچه استفاده از این کودها نیاز بشر برای تأمین غذا را تا حد زیادی مرتفع می‌سازد ولیکن حلالیت زیادکودهای شیمیایی منجر به افزایش مشکلات و مسائل محیطی و کشاورزی می‌شود (Serpil, 2012). طبق گزارشات اعلام شده در منابع، بیش از ۵۰ درصد نیتروژن و پتاسیم اعمال شده به خاکهای کشاورزی در بازه زمانی ده روز بعد از کودپاشی از طریق آبشویی از دسترس گیاه خارج می‌گردد (Ilias, 2002) که این مسئله نه تنها موجب آلودگی منابع زیرزمینی و کاهش تولید قابل انتظار بلکه باعث زیان اقتصادی به کشاورز می‌گردد.

تحقیقات محققان نشان داده است که استفاده از کودهای کندرها می‌تواند بر برخی معایب کودهای شیمیایی غلبه کند (Oertli, 1980). استفاده از کودهای کندرها اولین بار در سال ۱۹۲۴ میلادی با معرفی کود اوره فرم آلدهید به بازار جهانی رونق پیدا کرد. پس از آن کودهای کندرهای بسیاری در سراسر دنیا معرفی و مورد مطالعه قرار گرفت (Shaviv 2000; Timilsena 2015). استفاده از زئولیت‌ها یکی از راهکارهای نوین ارائه شده در راستای تولید کودهای کندرها در سالهای اخیر می‌باشد. خصوصیات منحصر به فرد فیزیکی و شیمیایی زئولیت‌ها از جمله ظرفیت جذب کاتیونی زیاد، رفتار تبادل یونی و پایداری حرارتی، استفاده هدفدار از این کانی ها به عنوان پیش ماده کودهای کندرها را ممکن می سازد(Szerement et al., 2014) .در ارتباط با استفاده از زئولیت‌ها در تولید کودهای کندرها مطالعات بسیاری در سراسر دنیا انجام شده است ولیکن در بسیاری از این تحقیقات، اشباع سازی زئولیت با عناصر، تنها در مقیاس آزمایشگاهی و به منظور اثبات خاصیت کندرهایی آن برای این عناصر انجام شده است و تلاشی در زمینه به اثبات رساندن این ادعا در محیط خاک و شرایط واقعی حضور گیاه صورت گرفته نشده است. در مقابل، برخی از منابع بدون در نظر گرفتن جزئیات و مکانیسم کندرهایی عناصر توسط زئولیت، این کانی را به روشهای

ساده از جمله روش خیساندن زئولیت در حضور محلول‌های مختلف، اشباع سازی و در مقادیر کودی مختلف به خاک اضافه کرده و تأثیر آن بر عملکرد گیاه را مورد بررسی قرار داده‌اند. بنابراین تحقیقات جامعی که شامل مطالعات کامل آزمایشگاهی و گلخانه‌ای در زمینه استفاده از زئولیت‌ها به عنوان کود کندرها انجام گرفته باشد بسیار اندک است. علاوه بر این، تحقیقات پیشین در زمینه استفاده از زئولیت‌ها عمدتاً به صورت مطالعات تک عنصری و به ویژه در مورد یون آمونیوم بوده است.

در تحقیق حاضر، ابتدا در بررسی‌های آزمایشگاهی، منبع کودی زئولیتی حاوی دو یونآمونیوم و پتاسیم با نسبت ۷۵:۲۵ آمونیوم به پتاسیم تولید و سپس در مطالعات گلخانه‌ای، قابلیت این منبع کود کندرهای زئولیتی دو منظوره در تأمین دو عنصر نیتروژن و پتاسیم در طول دوره رشد گیاه مورد بررسی قرار گرفت. حضور عناصر نیتروژن و پتاسیم بر روی زئولیت، نه تنها می‌تواند به عنوان منبع تأمین کننده همزمان این دو عنصر پر مصرف باشد بلکه می‌تواند باعث صرفه‌جویی در بسیاری از هزینه‌ها از جمله هزینه‌های کارگری و زمان گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه قابلیت زئولیت در تأمین دو عنصر آمونیوم و پتاسیم مطابق بر زمان و مقدار نیاز گیاه و تأثیر آن بر کارآیی این عناصر طرحی شامل دو مرحله کار آزمایشگاهی و گلخانه‌ای اجرا شد. زئولیت استفاده شده در این تحقیق از نوع کلینوپتیلولایت تهیه شده از معدن زئولیت شمال شرق استان سمنان بود (جدول ۱). در مرحله آزمایشگاهی ترکیب کودی مورد نظر به روش خیساندن زئولیت در محلولهای کلرید آمونیوم و کلرید پتاسیم تهیه گردید. بدین ترتیب که ابتدا ذرات زئولیت در اندازه ۱-۰/۵ میلیمتر به مدت ۱۰ روز در محلول یک مولار کلرید آمونیوم با pH= ۶/۵ اشباع گردید. در این مرحله ظرفیت اشباع زئولیت معادل ظرفیت تبادل کاتیونی آن در نظر گرفته شد. پس از آن به منظور بارگذاری ۲۵ درصد از ظرفیت اشباع کاتیونی زئولیت با یون پتاسیم و تولید ترکیب کودی زئولیتی دارای نسبت ۷۵ به ۲۵ درصد آمونیوم به پتاسیم تبادلی، زئولیت اشباع شده با آمونیوم در زمانهای ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ دقیقه در مجاورت محلولهای ۰/۱ و ۰/۲ مولار کلرید پتاسیم قرار گرفت. در هر یک از زمان‌های ذکر شده محلول کلرید پتاسیم رویی دور ریخته شده، ذرات زئولیت با تناوبی از کلرید پتاسیم ۰/۰۱ مولار و آب دیونیزه شستشو داده شد. پس از خشک شدن زئولیت، پتاسیم بارگذاری شده روی ذرات توسط محلول کلرید آمونیوم یک مولار طی سه مرحله و در هر مرحله به مدت ۵ دقیقه تکان دادن ذرات بر روی شیکر رفت و برگشتی استخراج گردید و مقدار آن به روش فلیم فتومتر اندازه گیری شد. انجام این مرحله تا زمانی ادامه یافت که مقدار پتاسیم جذب شده روی زئولیت معادل یا نزدیک به ۲۵ درصد ظرفیت اشباع کاتیونی زئولیت (۱۲/۳۸ میلی گرم بر گرم) گردد. سپس منبع کودی زئولیتی دو منظوره تهیه شده به منظور اثبات خاصیت کندرهایی تحت آزمایش ستون آبشویی قرار گرفت و رفتار آبشویی دو یون آمونیوم و پتاسیم این منبع کودی با منابع کودی رایج سولفات آمونیوم و پتاسیم مقایسه گردید. در انتها به منظور مطالعه و بررسی قابلیت فراهم سازی نیاز عنصری گیاه در طول دوره رشد،منبع کودی زئولیتی مورد نظر در کشت گلخانه ای بر روی گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ به مدت ۸ هفته مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد مطالعه شامل تیمار شاهد (بدون کود نیتروژنی و پتاسیمی و زئولیت)، زئولیت طبیعی، منبع کودی زئولیتی ۷۵:۲۵ و منبع کودی سولفات آمونیوم + سولفات پتاسیم + اوره بود.پس از برداشت پارامترهای وزن خشک گیاهی، جذب نیتروژن و جذب پتاسیم توسط گیاه اندازه گیری شد.

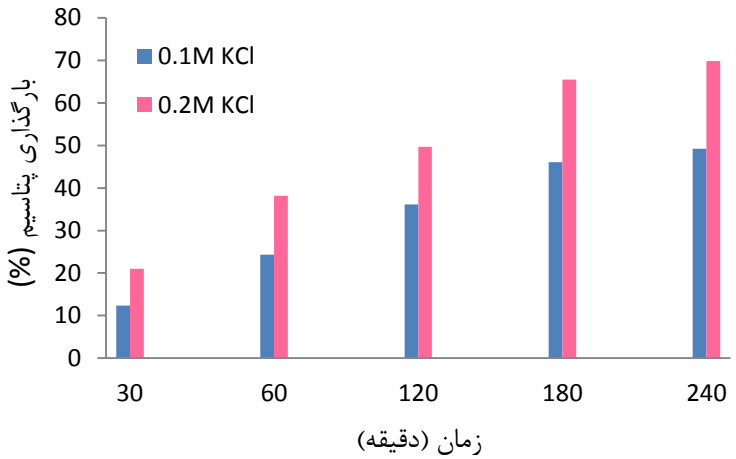
جدول ۱- خصوصیات شیمیایی کلینوپتیلولایت

SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	MgO	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	L.O.I*	pH	EC
(%)										(dS/m)
۷۱/۱۹	۸/۴۰	۲/۷۴	۳/۴۸	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۸۸	۰/۰۲	۱۱/۷۶	۹/۰۷	۰/۳۷

- Loss on Ignition

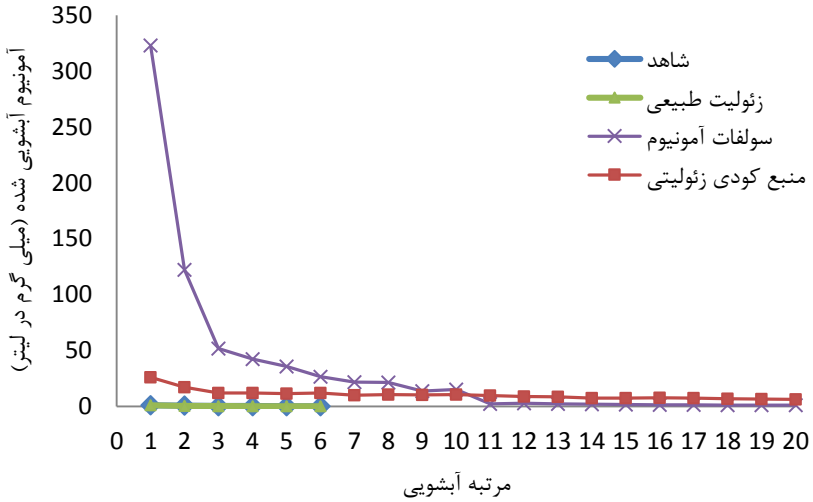
نتایج و بحث

نتایج حاصل از مطالعات اشباع‌سازی نشان داد که بهترین شرایط بارگذاری یون پتاسیم روی زئولیت اشباع شده با آمونیوم به منظور تهیه منبع کودی زئولیتی با نسبت ۷۵:۲۵ آمونیوم به پتاسیم در شرایط زمانی ۳۰ دقیقه و غلظت کلرید پتاسیم ۰/۲ مولار بود (شکل ۱). در این شرایط زئولیت مورد نظر به ترتیب حاوی مقادیر ۱۲/۳۶ و ۱۳/۵ میلی گرم نیتروژن و پتاسیم بود.

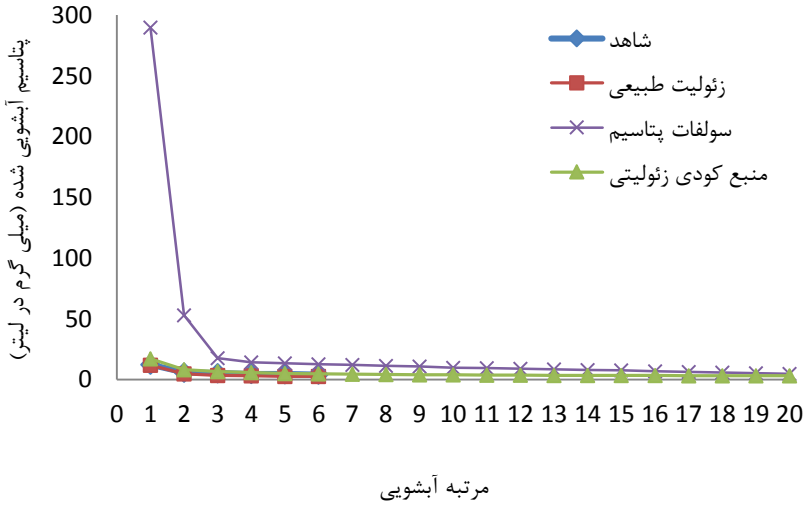


شکل ۱- درصد بارگذاری پتاسیم روی زئولیت اشباع شده با آمونیوم

مقایسه رفتار آبشویی آمونیوم و پتاسیم از منبع کودی زئولیتی و کودهای سولفات آمونیوم و پتاسیم نشان داد که زئولیت نقش بسزایی در کنترل رهاسازی یون های آمونیوم و پتاسیم در خاک دارد به طوریکه روند آبشویی هر دو یون در ستون خاک تقریبا یکنواخت بود (شکل ۲و ۳). این در حالیست که در تیمار کودی سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم به ترتیب ۵۹ و ۶۱ درصد از آمونیوم و پتاسیم اعمال شده به خاک در سه مرتبه آبشویی ابتدایی از ستون آزمایشی خارج شد. بنابر اظهارات Koyama and Takeuchi, (1977)، یون پتاسیم در مکان‌های خاصی از کلینوپتیلولایت نگه‌داری می‌شود که در این مکان‌ها، این یون با شش اتم اکسیژن ساختاری و سه ملکول آب پیوند دارد. قرارگیری پتاسیم در این موقعیت مکانی منجر به تمایل زیادکلینوپتیلولایت برای نگه‌داری این عنصر می‌شود. یون آمونیوم نیز از جمله یونهایی است که زئولیت‌ها مخصوصاً نوع کلینوپتیلولایت تمایل زیادی به جذب آن دارند (Lewis et al., 1984).



شکل ۲- رفتار آبشویی آمونیوم از تیمارهای مختلف



شکل ۳- رفتار آبشویی پتاسیم از تیمارهای مختلف

مقایسه تیمارهای کودی مختلف بر وزن خشک گیاهی و مقادیر جذب نیتروژن و پتاسیم توسط گیاه ذرت در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. بر اساس تجزیه های آماری انجام شده (در سطح ۵ درصد) بر روی این سه پارامتر اندازه گیری شده، تفاوت معنی داری بین گیاهان تیمار شده با منبع کودی زئولیتی و گیاهان تیمار شده با کودهای شیمیایی در مقدار ماده خشک گیاهی و جذب پتاسیم وجود نداشته است در حالیکه مقدار جذب نیتروژن در گیاهان تیمار شده با منبع کودی زئولیتی به میزان قابل توجهی افزایش پیدا کرده است (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین ها

تیمار	ماده خشک گیاهی	جذب پتاسیم	جذب نیتروژن
شاهد	۵/۶۰^{b}	۴۲۳/۱۳^{b}	۳۱/۹۰^{c}
زئولیت طبیعی	۶/۲۳^{b}	۴۰۰/۶۴^{b}	۳۹/۳۷^{c}
کود شیمیایی	۳۲/۵۴^{a}	۱۶۷۶/۴۷^{a}	۲۶۳/۲۵^{b}
کود زئولیتی دو منظوره	۳۱/۶۳^{a}	۱۵۲۶/۲۶^{a}	۳۵۰/۷۹^{a}

بر اساس نتایج کلی بدست آمده در این تحقیق، منبع کودی زئولیتی تاثیرگذاری همانندی با کودهای شیمیایی بر رشد گیاه و قابلیت فراهمی عناصر در طول دوره رشد (۸ هفته)از خود نشان داد. از طرف دیگر نتایج حاصل از ستون آبشویی ویژگی کندرهایی این منبع کودی را تایید و برتری زیست محیطی آن را نسبت به کودهای شیمیایی از طریق کاهش تلفات آبشویی نیتروژن و پتاسیم نشان داد.

در تایید نتایج فوق و استفاده عملی در آینده از این منبع کودی،انجام تحقیقات بیشتر بر روی گیاهان مختلف و دوره های رشد طولانی تر مورد نیاز است.

منابع

Heffer, P. and Prud'homme, M. 2015. Fertilizer Outlook 2015-2019. 83rd IFA Annual Conference.Istanbul , Turkey.

Ilias Z, 2002. Nitrogen and potassium exchange in an acid tropical soil incorporated with synthetic and natural zeolites. Dissertation.Universiti Putra Malaysia.

Koyama, K. and Y. Takeuchi. 1977. Clinoptilolite: the distribution of potassium atoms and its role on thermal stability. Zeitschrift Fur Kristallographie, L: 145, 216-239.

Lewis, M.D., Moore, F.D. and Goldsberry KL.1984. Ammonium exchanged clinoptilolite with urea as nitrogen fertilizers. In: Pond, W.G. and Mumpton F.A (ed) Zeo-agriculture: use of natural zeolites in agriculture and aquaculture. Westview Press, Boulder, Colo, pp 105-112.

Oertli, J.J. 1980. Controlled-release fertilizers.Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1: 103-123 .

Serpil,S. 2012.Investigation of Effect of Chemical Fertilizers on Environment.APCBEE Procedia,1: 287-292.

Shaviv, A. 2000.Advances in Controlled Release of Fertilizers.Advanced Agronomy, 71: 1-49.

Szerement, J., Ambrożewicz-Nita, A., Kędziora, K. andPiasek, J. 2014.Use of zeolite in agriculture and environmental protection.A short review.UDC 666.96; 691.54.

Timilsena, Y.P.,Adhikari, R., Phil, C., Muster, T., Gill, H. andAdhikari, B. Enhanced efficiency fertilisers: a review of formulation and nutrient release patterns. J. Sci. Food Agr. 95 (6) (2015) 1131-1142.

Xiang, Y., Ji-yun, J., Ping, H. and Ming-zao, L. 2008. Recent advances on the technologies to increase fertilizer use efficiency. Agriculture science in chaina, 7(4): 469-479.

simultaneous loading of Ammonium and Potassium onto zeolite and its application as slow release fertilizer on corn cultivation

M. Eslami[1], R. Khorassani[2], A. Fotovat[3], A. Halajnia[4]

[1] Ph.D. Student of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
[2] Associate Professor, Department of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
[3] Professor, Department of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
[4] Assistant Professor, Department of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Enrichment of zeolites is one of the new approaches to produce fertilizers in recent decades. Simultaneously loading two or more nutrients onto zeolite not only can meet the plant need but it also save labor costs. In present study, a double -purpose zeolitic fertilizer was prepared and the quality of it was evaluated through leaching test and studding the capability of it in providing plant need. The results showed that more than 88 and 84% of ammonium and potassium were lost from treatment fertilized by ammonium sulfate and potassium sulfate, respectively. While the NH_4^+ and K^+ losses from soils amended with zeolitic fertilizer were 25 and 16%, respectively. On the basis of greenhouse results, there were no significant difference between two studied fertilizers on dry matter and potassium uptake. While, N uptake increased in plants treated by zeolitic fertilizer.

Keywords: Clinotilolite, Slow Release Fertilizer, Column Leaching, Corn